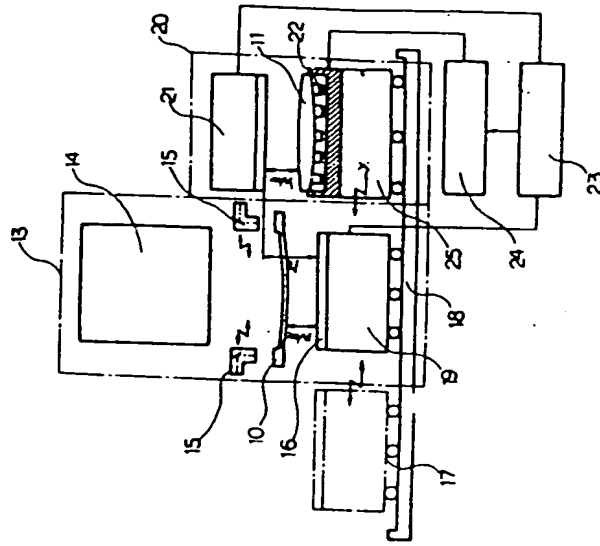


**(54) EXPOSING METHOD**

- (11) 57-204547 (A) (43) 15.12.1982 (19) JP  
 (21) Appl. No. 56-89545 (22) 12.6.1981  
 (71) HITACHI SEISAKUSHO K.K. (72) MOTOYA TANIGUCHI(4)  
 (51) Int. Cl.<sup>3</sup> G03F7/20, G03B27/04, H01L21/30

**PURPOSE:** To improve yields of a semiconductor and a magnetic bubble device, a thick film and a thin film circuit and a printed substrate, etc., by deforming a wafer in conformity to the shape of a mask in such a way that the interval with the mask is held constant, and then transferring and exposing a mask pattern.

**CONSTITUTION:** An exposure station 13 for a pattern and a wafer deforming station 20 are provided separately and at the exposure station 13, a mask height measuring instrument 16 provided on a moving stage 19 measures the height of a mask 10 at plural points on the surface. At the wafer deforming station 20, a wafer height measuring instrument 21 measures the height of the wafer 11 at plural points on the surface, and on the basis of respective measurement results, wafer deforming mechanisms 22~24 deform the wafer in such a way the gap formed when the wafer 11 and mask 10 are stacked is made constant. After the wafer 11 is deformed, the mask height measuring instrument 16 is moved away from the exposure station 13, and a wafer stage 16 is moved to the exposure station 13 to perform exposure.



⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭57-204547

⑤ Int. Cl.<sup>3</sup>  
G 03 F 7/20  
G 03 B 27/04  
H 01 L 21/30

識別記号

庁内整理番号  
7267-2H  
7907-2H  
7131-5F

⑬ 公開 昭和57年(1982)12月15日  
発明の数 2  
審査請求 未請求

(全 6 頁)

⑭ 露光方法

株式会社日立製作所生産技術研究  
所内

⑯ 特 願 昭56-89545

⑰ 発 明 者 見坊行雄

⑱ 出 願 昭56(1981)6月12日

横浜市戸塚区吉田町292番地株  
式会社日立製作所生産技術研究  
所内

⑲ 発 明 者 谷口素也

⑳ 発 明 者 池田稔

横浜市戸塚区吉田町292番地株  
式会社日立製作所生産技術研究  
所内

横浜市戸塚区吉田町292番地株  
式会社日立製作所生産技術研究  
所内

㉑ 発 明 者 小泉光義

㉒ 出 願 人 株式会社日立製作所

横浜市戸塚区吉田町292番地株  
式会社日立製作所生産技術研究  
所内

東京都千代田区丸の内1丁目5  
番1号

㉓ 発 明 者 秋山伸幸

㉔ 代 理 人 弁理士 薄田利幸

横浜市戸塚区吉田町292番地株

明 細 書

1 発明の名称 露光方法

ことを特徴とした露光方法。

2 特許請求の範囲

3 発明の詳細な説明

1 露光位置で、ウエハ上にマスクパターンを  
露光焼付する露光方法において、マスクとウ  
エハ間のギャップを均一化するようにウエハ  
を変形させることを特徴とした露光方法。

本発明は、シリコンウエハ、パブルウエハ、  
セラミック基板、プリント基板などにマスクに  
設けた所定のパターンを焼きつける露光方法に  
関するものである。

2 露光位置で、ウエハ上にマスクのパターン  
を露光焼付する露光方法において、ウエハ変  
形化位置で、ウエハの表面の複数箇所のウエ  
ハ高さを測定し、かつ露光位置において、移  
動可能なマスク高さ測定器により、マスク表  
面の複数箇所のマスク高さを測定し、これら  
の結果にもとづき、ウエハを微層保持するチ  
ャックの複数箇所で、各々独立して上下方向  
に微動させて、ウエハとマスクとのギャップ  
を均一化するようにウエハを変形させた後、  
上記マスク高さ測定器を露光位置より待避さ  
せ、上記露光位置へ、変形したウエハをチャ  
ックとともに露光位置へ移動させて露光する

近年、半導体の集積化にともない、パターン  
の微細化が進み、現在、フォトリソグラフィ  
技術による各種の露光方法、たとえば、紫外線  
などを用いた反射投影形、縮小投影形の露光方  
法により、1~2ミクロンのパターンが形成で  
きるようになった。しかし、さらに高集積化を  
図るため、1ミクロン以下のいわゆるサブミク  
ロンパターンが要求されているが、従来のフォ  
トリソグラフィ技術では、光の回折、多重反  
射、及び干渉などの問題により、投影像の精度  
が得られないため、新しい露光方法として、波  
長が4~14μ程度の軟X線を利用したX線露光  
方法が開発されている。

まずX線露光方法の原理を第1図に従って説

明する。

高真空雰囲気 ( $10^{-6}$  Torr 以下) 1. に保った真空チャンバー 2 内で、電子銃 3 から加速した電子ビーム 4 をターゲット 5 に照射すると、ターゲット 5 の材質に応じた特性 X 線 6 が発生するこの X 線 6 を、Be (ベリリウム) などの X 線を透過し易い X 線取出し窓 7 から取り出し、X 線を透過し易い材質 ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  など) のマスク支持材 8 に、X 線を吸取する金などの金属によりパターン 9 を形成したマスク 10 を通して、ウエハ 11 上に塗布した X 線 6 に反応するレジスト 12 に照射した後、現象処理することにより、ウエハ 11 上にパターン 9 を転写することができる。この方式は、波長の短い ( $4 \sim 14 \text{ \AA}$ ) の軟 X 線を利用するため、回折やウエハ 11 上のごみによる散乱が少ないため、高精度の微細パターンの転写が可能である。

X 線露光装置においては、X 線を平行線束として取り出すことが現実上困難であるため、通常は、ターゲット 5 からの発散線束を使用する。

X 線源からマスク 10 までの距離  $D = 300 \text{ mm}$ 、実効マスク径  $\phi = 75 \text{ mm}$  とし、パターン 9 の許容ゆがめ量  $C$  を  $0.1 \text{ ミクロン}$  とすると、マスク 10 とウエハ 11 のギャップ  $S$  は、 $10 \text{ ミクロン}$  となる。またパターンずれ量  $b$  のバラツキを  $\pm 0.1 \text{ ミクロン}$  とするには、ギャップ  $S$  のばらつきを  $\pm 0.8 \text{ ミクロン}$  ( $\pm 1 \text{ ミクロン}$ ) としなくてはならない。

従来より、試作、研究レベルで発表されている X 線露光装置においては、マスク 10 とウエハ 11 とは第 2 図に示す様に、薄く弱いマスク 10 の変形、たわみにより、ギャップ  $S$  が均一でなく高精度なパターン転写が困難であった。

すなわち、マスク 10 は、X 線 6 を透過し易い材質、たとえば、 $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , ポリイミドなどの高分子材料、などのマスク支持材 8 を用いたもので、厚さも数〜数  $10 \text{ ミクロン}$  の薄膜であるため、強度的に弱く、気圧、温度の変化などにより変形し易い。この傾向は、マスク 10 が大形化することにより顕著になり、X 線による一括露光装置開発のネックとなっていた。

このため、マスク 10 上のパターン 9 は、ウエハ 11 上には、 $b$  だけずれた位置に転写されることになる。このパターンずれ量  $b$  は、X 線源からマスク 10 までの距離を  $D$ 、マスク 10 とウエハ 11 とのギャップを  $S$ 、実効マスク径 (最外パターン間寸法) を  $\phi$  とすると  $b = S \frac{\phi}{2D}$  で与えられる。さらにまた、X 線 6 は、電子銃 4 のスポット径  $d$  に応じてターゲット 5 から発散するためマスク 10 上のパターン 9 は、ウエハ 11 上で転写像のぼけ量  $C$  を生ずる。このぼけ量  $C$  は、幾何的に算出され、 $C = S \cdot \frac{d}{D}$  で与えられる。

X 線露光装置により、サブミクロンの微細パターンを高精度に転写するには、このぼけ量  $C$  は、 $0.1 \text{ ミクロン}$  以下であることが必要である。また、パターンずれ量  $b$  については、その絶対値は、直接には、転写精度には影響しないが、あるリソグラフィーと次のリソグラフィーとの間におけるバラツキは  $\pm 0.1 \mu\text{m}$  以内であることが必要である。

ここで、電子ビーム 4 のスポット径  $d = 3 \text{ mm}$

また、ウエハ 11 はマスク 10 に比べると、約  $200 \text{ ミクロン}$  と厚いため、変形、たわみ量は少ないが、平坦度は通常でも  $4 \text{ ミクロン}$  以上あり中には  $\pm 10 \text{ ミクロン}$  以上のものがある。しかし現状では、ウエハ製造工程において、ウエハ 10 の平坦度を改善することは困難である。

以上のように、従来の方式では、ウエハ 11 とマスク 10 とのギャップ  $S$  のバラツキが  $\pm 10 \text{ ミクロン}$  以上となる場合があり、パターンズレ量  $b$ 、及びパターンぼけ量  $C$  が、露光のたびに変化するため、サブミクロンパターンの高精度転写ができないという問題点がある。

本発明の目的は、上記した従来技術の欠点をなくし、マスクの形状に合わせて、ウエハをマスクと一定間隔を保つように変形させて、マスクのパターンをウエハ上に転写露光することにより、半導体や磁気バブル、薄膜・薄膜回路やプリント基板などの歩留りを向上させるようにした露光方法を提供することにある。

上記の目的を達成するために本発明は、パタ

ンの露光ステーションと、ウエハ変形ステーションを分離し、露光ステーションでは、移動ステージ上に設けたマスク高さ測定器で、マスク表面の複数箇所における高さを測定し、またウエハ変形ステーションでは、ウエハ高さ測定器でウエハ表面の複数箇所におけるウエハ高さを測定し、各々の測定結果に基づき、ウエハとマスクとを重ねた場合、そのすき間が一定となるようにウエハ変形機構により、ウエハを変形させるようにした。ウエハの変形機構はウエハを吸着保持するチャックの複数箇所、各々独立して上下方向に駆動させるものである。

ウエハを変形した後、マスク高さ測定装置を露光ステーションから待避させ、かわりに、ウエハ変形機構を含む、ウエハステージを、露光ステーションに移動させ、ウエハ上に所定のパターンを露光して焼き付ける。

また本発明は、複数箇所各々独立して上下方向に駆動させる複数の変位発生手段と、この変位発生手段の上面にウエハを吸着する吸着手

段とを備えたチャックを設け、マスクの形状に合わせてウエハを変形させ、マスクとウエハ間のすき間を一定としてマスクのパターンをウエハ上に露光焼付けするように構成したことを特徴とした露光装置である。

以下本発明の具体的実施例を図に従って具体的に説明する。

本発明をX線露光方法及び装置に適用した場合について詳しく説明する。X線露光方法の原理は、第1図に示す通りであり、従来の技術の項で既に述べた通り、マスク10の変形、そりとウエハ11の厚さ寸法精度のばらつきにより、第2図に示す様にマスク10とウエハ11との間のギャップSは一定に保つことが困難である。そこで、本発明は、第3図に示す様にウエハ11を、マスク10の形状にあわせて変形させ、双方のギャップSを均一にすることに大きな特徴をもつ。

第4図は、本発明による露光方法及び装置の具体的な一実施例を示す。露光ステーション13には露光源14の下に、後述するウエハ11とマス

ク10との位置合わせを行なうための位置検出器（アライメントスコープ）15と、マスク10が設けられている。

マスク高さ測定器16は、露光ステーション13から待避位置17へ移動できるように高精度な直線ガイドレール18上をスライドするステージ19に組み込まれており、露光ステーション13で、マスク10の高さ $H_m$ を測定できるようになっている。また、露光ステーション13に隣接して、ウエハ変形ステーション20があり、ここに設けたウエハ高さ測定器21により、ウエハ11の高さ $H_w$ を測定する。ウエハ11は、ウエハ変形チャック22に吸着支持されている。マスク高さ $H_m$ 及びウエハ高さ $H_w$ は各々複数箇所について測定されコントローラ23、対応する各点でのマスク-ウエハ間のギャップSを計算し、ドライド24にギャップSが一定となるようなウエハ高さ補正量 $\Delta H_w$ を指示する。このデータに従って、駆動制御部24は、複数個のウエハ変形チャック22に入力を与え、ウエハ11を変形させる。

なお、ウエハ高さ補正量 $\Delta H_w$ は、各測定器の基準面高さの差を $\Delta$ 、マスク-ウエハ間ギャップの設定値をSとすると、 $\Delta H_w = (S + \Delta) - (H_m + H_w)$ で与えられる。しかし、この演算方法は、測定方法、及び測定基準の設定により異なるため、上記の演算式に従う必要は必ずしもない。

ウエハ変形チャック22はウエハ移動ステージ25に設けられており、直線ガイドレール18上を露光ステーション13に、移動される。前述のように、マスク高さ測定器16は、ステージ19とともに、マスク高さ測定後、待避位置17に移動する。第5図は、露光時の状態を示したものである。

ウエハ移動ステージ25は、ウエハ11を露光位置13に移動させるだけでなく、ウエハ11とマスク10のパターン位置合わせ（アライメント）をするためのウエハ位置調整機構としてのY、Q、Z移動機構を有している。アライメントスコープ15は、露光前にマスク10の上に移動し、ウエ

へ移動ステージ25で、パターン位置合わせを行なった後、露光線束を妨げないように待避する。

なお、ウエハ11の変形は、ウエハ変形ステーション20において、マスク10の高さとウエハの高さを測定しながら行なう場合と、各高さを記憶させておき、露光ステーション13で変形させる場合と2通り考えられるが、制御上都合のよい方を選べばよい。

次に、ウエハ変形方法及びウエハ変形チャック22の構造を具体的実施例をもとに説明する。

第6図(a)(b)は、ウエハ変形チャックの変形を各分割部分を上下することにより可能にして、ウエハ11をマスク10の形状にならわせた変形させる一実施例を示す図である。第6図(a)、(b)はウエハ変形装置を詳細に説明した平面図と断面図である。第6図(a)のように分割した格子の1つ1つに、(b)のようにモータ33、ギヤ34、送りネジによる上下コマ35で1組の上下変位発生装置36を構成し、各組が独立な上下変位発生装置36、各上下変位発生装置36に対応したウエハ高

さ測定器21、上下変位発生装置36を内蔵し、かつ、ウエハ11を吸着保持するためのチャック本体38、本図には記されていない真空配管に連通し、チャック本体内部を真空にする配管37、全てのウエハ高さ測定値と、マスク高さ測定値とを演算し、各上下変位発生装置36の上下量 $\Delta W$ を決定するコントローラ23、各モータ33を駆動するドライバ24からなる。

ウエハ11は、真空吸引され、上下変位発生装置36の先端にならい、個々の上下変位発生装置36に対応したウエハ面を上下させることができる。

ウエハ高さとマスク高さを測定した後、修正量 $\Delta W$ にもとづいて各モータ33が回転し、減速ギヤ34により減速した回転運動は送りネジで上下コマ35を上下させる。モータ33がDCモータの場合、減速ギヤ比は1万~10万等の十分な減速が必要となるが、パルスモータの場合は、0.5ミクロン単位程度に、上下コマ35を制御できる程度ならよく、大きなギヤ比を必要としない。ま

た、DCモータは、検出器21を用いてのクローズドループによる上下量の制御がし易いが、パルスモータではオープンループで制御可能である。ただし、パルスモータは、DCモータより大きく停止中も熱をもつ欠点を有するが、いずれも、バックラッシュ、ガタなどをなくすか、あるいは、あってもコントロール可能な値に抑える必要がある。

すなわち、ウエハ変形チャック22の上面は、複数個の上下コマ35から成っており、各々のコマ35は変位発生装置36により、各々独立に微小距離上下可能になっている。

また、上下変位発生装置36としては、上記モータに連結されたねじの他に、電圧素子、磁圧素子、熱変形素子、マグネット利用、流体によるもの、テコ等による微細変位機構、それらの組合せでも良い。半導体ウエハの場合、ストローク30ミクロン、位置決め精度 $\pm 1$ ミクロン以下、変形速度がスループットに比べて早く、かつ露光時に安定していなければならない。

また、マスクの高さの測定法には、単一素子を用いて、幾つかの点をシリアルに測定する方法と、複数個の点をパラレルに測定する方法とが考えられる。

また、上記の変位発生装置36として、第7図のように、以上述べてきた複数個に分割された変位発生装置36の上に、薄板47を貼ることもできる。その他の変位発生手段として複数の室に分割された各室の真空圧力を調整することにより、薄板47をダイヤフラム状に変形させることもできる。なお、48はウエハ11を薄板47に吸着するための穴である。

ウエハ11及びマスク10の高さ測定器には、接触式と非接触式がある。接触式の典型的な例はダイヤルゲージがあるが、薄くて変形し易いマスク10の高さ測定には不向きである。また、非接触式には、空気マイクロメータ、電磁気圧測定器、静電容量形測定器、光学的測定器、超音波利用の測定器などのように様々な手段が考えられる。なお、本発明の具体的実施例として、

ウエハ11とマスク10とのギャップは、各々の高さを独立に測定して、均一化する方式を示したが、ウエハ11とマスク10を合わせた状態で、直接、ギャップ量を測定して、ギャップの均一化を図ることが望ましい。

以上説明したように、本発明によれば、パターン転写用のマスクに、変形、うねり、そりなどがあっても、ウエハを、マスクの形状に合わせて変形することにより、マスクとウエハとのギャップを常に±1ミクロン程度の精度で均一化することができるため、転写パターンのずれ量、ならびにぼけ量を一定に保ち、例えば、X線露光により、1ミクロン以下のサブミクロンパターンを高精度に転写することが可能である。また、フォトリソグラフィにおいても、光の解像度の限界までの微細パターンの転写が可能となり、LSIなどの歩留りを大幅に向上することができる。

#### 4 図面の簡単な説明

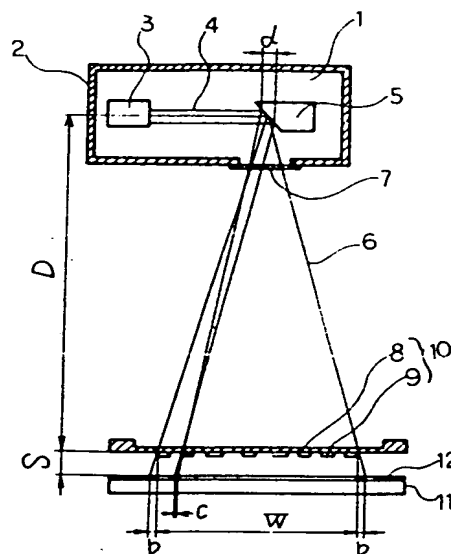
第1図はX線露光法の原理を示す図、第2図

は従来方式によるマスクとウエハのギャップ関係を示す図、第3図は本発明によるマスクとウエハのギャップ関係を示す図、第4図及び第5図は本発明による露光方法及び装置を示す図、第6図(a)は本発明によるウエハ変形装置一実施例を示す平面図、第6図(b)は第6図(a)の断面図、第7図(a)は本発明によるウエハ変形装置の一実施例を示す平面図、第7図(b)は第7図(a)の断面図である。

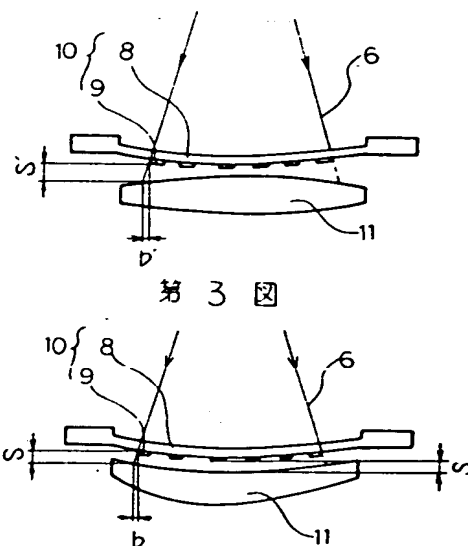
- |          |             |          |      |
|----------|-------------|----------|------|
| 8 .....  | マスク支持材      | 9 .....  | パターン |
| 10 ..... | マスク         | 11 ..... | ウエハ  |
| 13 ..... | 露光ステーション    |          |      |
| 14 ..... | 露光光源        |          |      |
| 16 ..... | マスク高さ測定器    |          |      |
| 17 ..... | 待避位置        |          |      |
| 19 ..... | ステージ        |          |      |
| 20 ..... | ウエハ変形ステーション |          |      |
| 21 ..... | ウエハ高さ測定器    |          |      |
| 22 ..... | ウエハ変形チャック   |          |      |

代理人弁理士 薄 田 利 敏

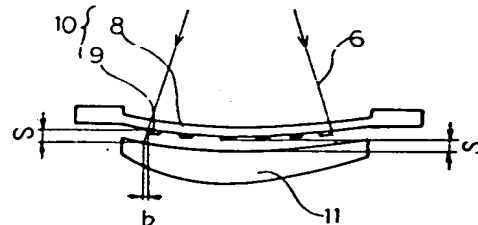
第 1 図



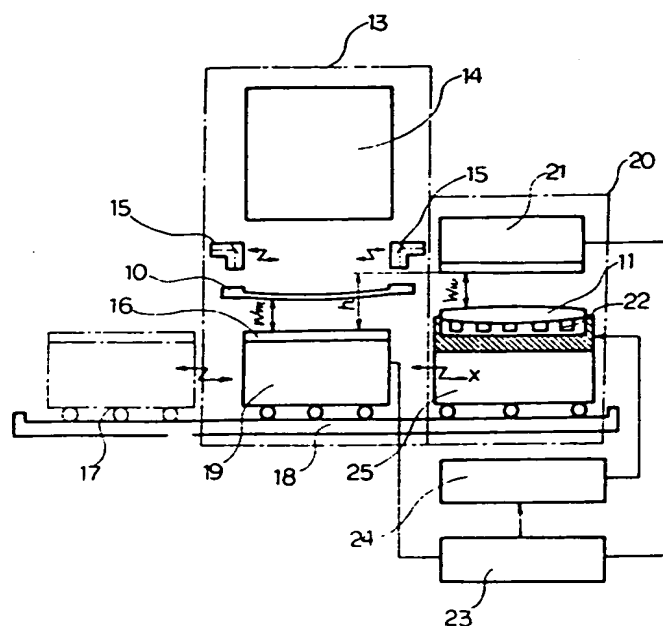
第 2 図



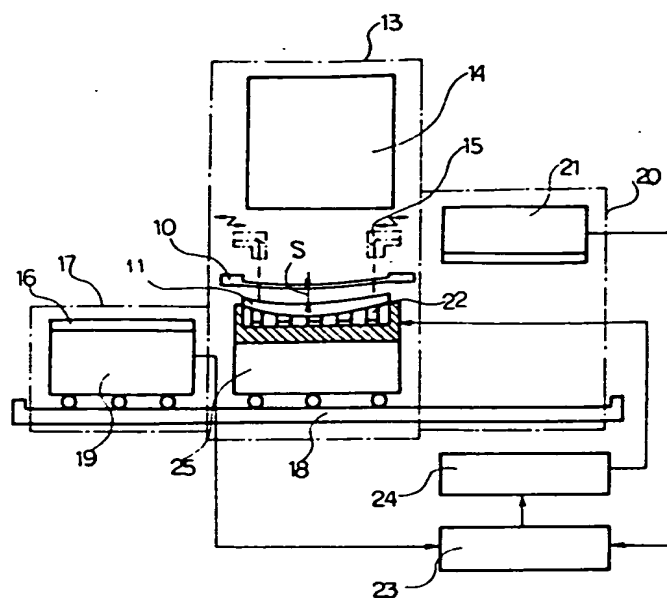
第 3 図



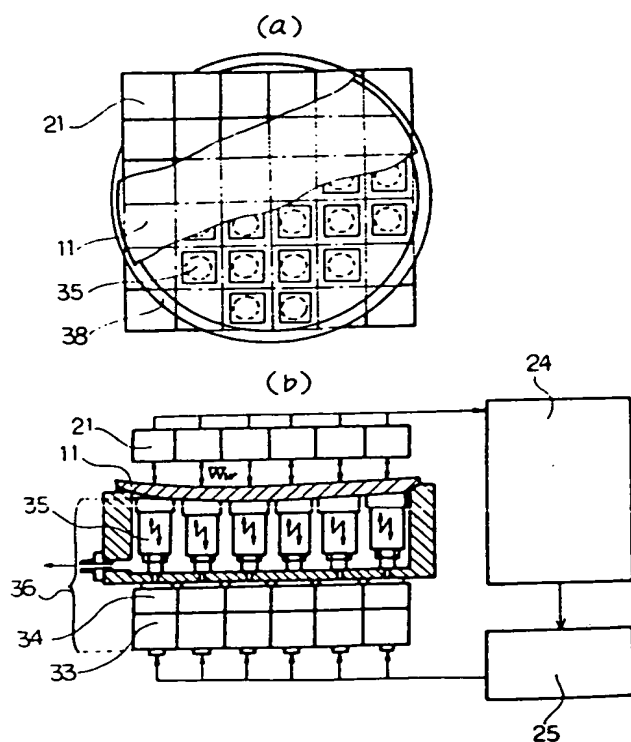
第 4 図



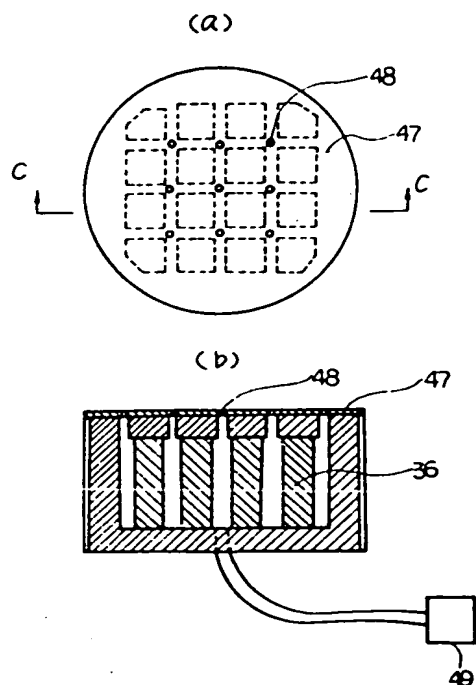
第 5 図



第 6 図



第 7 図



**This Page Blank (uspto)**